

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2021, №4 Том 8 / 2021, No 4, Vol 8 <https://resources.today/issue-4-2021.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/12ECOR421.pdf>

DOI: 10.15862/12ECOR421 (<https://doi.org/10.15862/12ECOR421>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Козин, Ю. А. Городская Коммунальная Аспирационная Система — Город без Дымовых Труб / Ю. А. Козин // Отходы и ресурсы. — 2021. — Т. 8. — № 4. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/12ECOR421.pdf> DOI: 10.15862/12ECOR421

For citation:

Kozin Yu.A. City Communal Aspiration System — City Without Chimneys. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 8(4): 12ECOR421. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/12ECOR421.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.15862/12ECOR421

Авторский перевод статьи Kozin, Y. (2021) City Communal Aspiration System — City without Chimneys. Open Journal of Ecology, 11, 829–836. doi: 10.4236/oje.2021.1112050. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи

Козин Юрий Анатольевич

АО АХК «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт металлургического машиностроения имени академика Целикова», Москва, Россия
Старший научный сотрудник
MBA (Master of Business Administration)
E-mail: tolerant@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7155-1120>

Городская коммунальная аспирационная система — город без дымовых труб

Аннотация. Выбросы пылегазовых отходов производятся каждым хозяйствующим субъектом отдельно — будь то крупное производственное предприятие, котельная или домохозяйство (жилой дом). При этом помимо видимых дымоходов, существует много скрытых (незаметных, неучтенных) источников выбросов, в том числе в виде вентиляционных труб и каналов.

В городах функционируют общие коммунальные системы для комплексного приема и переработки отходов двух агрегатных состояний: жидких (городская канализация) и твердых (сбор и вывоз мусора). Для третьего вида отходов — газообразных — аналогичной общинной муниципальной структуры не существует. В настоящее время нет возможности для полного системного контроля и обезвреживания пылегазовых отходов, так как нет в физическом виде технологической системы, которая обеспечивает организованный в комплексе прием отходящих газов из всех городских источников для их дальнейшей переработки.

Впервые предлагается принципиально новый целостный подход к удалению, нейтрализации и конверсии пылегазовых выбросов от всех городских стационарных источников путем реализации Городской Коммунальной Аспирационной Системы, содержащей городскую коммунальную аспирационную сеть (газопроводы) для приема и транспортировки отработанных газов и соединенную с этой сетью станцию утилизации таких отходов. То есть предлагается организация «Города без Дымовых Труб».

Предлагаемое решение позволяет устранить повсеместные, в том числе бессистемные и неконтролируемые, выбросы экологически вредных пылегазовых отходов в городах, очистить воздушный бассейн, осуществить переход на новый уровень организации экологического

планирования и управления и снизить климатические риски, а также исключить или принципиально упростить многие экологические затруднения и ограничения в градостроительных санитарных правилах и нормах.

Ключевые слова: Городская Коммунальная Аспириационная Система; Город без Дымовых Труб; загрязнение воздуха; выбросы углекислого газа; экология города; пылегазовые выбросы; изменение климата; стационарные источники загрязнения

1. Проблема

Ситуация с пылегазовыми выбросами в атмосферу и загрязнением воздуха из локальной городской и государственной проблемы превратилась в актуальную глобальную экологическую и фронтальную политическую проблему (Киотский протокол, ВОЗ, ЕЭК ООН, COP-26, саммиты G7 и др.), что, по сути, стало некультурным и технологическим вызовом для общества.

Беспокойство общественности по поводу негативных последствий интенсивного плохо контролируемого и стохастического загрязнения атмосферы постоянно растет.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) заявляет: «Например, почти 80 % смертей, вызванных загрязнением воздуха, можно было бы избежать, если бы нынешние уровни загрязнения воздуха были снижены до руководящих принципов ВОЗ по качеству воздуха» [1].

Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) также подчеркивает: «Загрязнение воздуха в настоящее время считается самой большой угрозой здоровью окружающей среды в мире, ежегодно вызывая смерть 7 миллионов человек во всем мире. Загрязнение воздуха вызывает и обостряет ряд заболеваний, от астмы до рака, болезней легких и болезней сердца. Загрязнение наружного воздуха и твердые частицы, как один из основных компонентов, были классифицированы Международным агентством по изучению рака как канцерогенные для человека ... Основными веществами, влияющими на здоровье, являются: оксиды азота (NO_x), оксиды серы (SO_x), озон и твердые частицы, особенно твердые частицы размером менее 2,5 микрон (PM_{2,5}), которые вызывают наибольшую озабоченность, поскольку эти микрочастицы проникают глубоко в легкие, поражая как дыхательную, так и сосудистую системы» [2].

Пылегазовые отходы являются тотальным загрязнителем, т. к. негативно воздействуют не только на воздушный бассейн, но, осаждаясь, наносят ущерб и водоемам, и почве.

Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу из стационарных источников в результате деятельности человека (антропогенные), включают: диоксид углерода (CO₂), оксиды серы (SO_x), оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), токсичные и тяжелые металлы (свинец, ртуть), цинк, никель, медь, кадмий, хром и их соединения, твердые частицы (пыль), хлорфторуглероды (фреон-12), аэрозоли и т. д.

Вредные пылегазовые выбросы эмитируются каждым хозяйственным субъектом отдельно — будь то крупное промышленное предприятие, фабрика, котельная или домашнее хозяйство. При этом помимо видимых дымовых труб, существует много скрытых, незаметных и неучтенных источников эмиссии в виде вентиляционных труб, каналов и пр.

В то же время в местах поселения функционируют общие коммунальные системы для комплексного приема и переработки отходов двух агрегатных состояний: жидких (городская канализация) и твердых (сбор и вывоз мусора). Для третьего типа отходов — газообразных — подобно организованная общинная муниципальная структура не существует.

В настоящее время нет возможности для полного системного сбора, контроля, нейтрализации и конверсии пылегазовых отходов, так как нет технологической структуры, которая обеспечивает организованный в комплексе прием отходящих газов, пыли и аэрозолей из всех городских источников для их дальнейшей переработки.

2. Стратегия решения проблемы

Впервые предлагается принципиально новый целостный подход к сбору, удалению, нейтрализации и конверсии пылегазовых выбросов от всех городских стационарных источников путем реализации Городской Коммунальной Аспирационной Системы (ГКАС), содержащей городскую коммунальную аспирационную сеть (газоотводы) для приема и транспортировки отработанных газов и соединенную с этой сетью станцию утилизации таких отходов (рис. 1). То есть предлагается организация «Города без Дымовых Труб».



Рисунок 1. Городская Коммунальная Аспирационная Система

Представленное решение позволяет кардинально очистить воздушный бассейн, устранить бессистемные и неконтролируемые выбросы экологически вредных пылегазовых отходов в городах, осуществить переход на новый уровень организации экологического планирования и управления, снизить климатические риски и др.

Открывается перспектива снижения компенсационных выплат объекта за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) и обременений по углеродному налогу, в том числе трансграничному.

Кроме того появляется возможность снять или существенно упростить многие затруднения и ограничения в градостроительстве, обусловленные санитарными правилами и

нормами, в целом улучшить качество жизни за счет расширения возможностей урбанистических решений.

3. Преимущества и технические результаты предлагаемого решения

Реализация Городской Коммунальной Аспириационной Системы на закрепленной территории, по существу, предполагает технологическую организацию системного упорядоченного контролируемого сбора всех пылегазовых выбросов с последующей переработкой. Такой подход, в сравнении с обособленно действующими и зачастую неконтролируемыми источниками выбросов в атмосферу, позволяет достичь следующих преимуществ и технических результатов:

1. Главное экологическое преимущество — Предохранение воздушного бассейна, водоемов и почвы от загрязнения путем радикального сокращения или ликвидации эмиссии пылегазовых выбросов от стационарных источников в атмосферу.

2. Формирование на новом организационно-объективном и технологическом уровне процесса комплексного экологического планирования и управления. Снижение климатических рисков.

3. Система, как объект, интегрирующий отдельные разрозненные элементы, сориентирована на ресурсосбережение и непрерывный объективный технический контроль газовых выбросов от всех эмитентов. Контроль позволит вести реестр выбросов, точно отслеживать динамику экологических параметров абонентов ГКАС, составлять прогноз и, в конечном счете, надежно и качественно планировать и управлять экологическим состоянием окружающей среды.

4. Упрощается разработка и реализация генерального плана поселения и градостроительного проекта. Функции города, как жилища и места работы, определяются более рационально и экономно, поскольку снимаются ограничения на воздушно-экологическую привязку социальных, строительных, санитарно-гигиенических и архитектурных градостроительных регламентов. Устраняется такие архитектурные «аллергены» как дымовые трубы (на архитектурных макетах дымоходы обычно и не показывают); расширяются возможности для новых подходов в урбанистике, зонировании, дизайнерских и эстетических решениях и т. п.

5. Система позволит утилизировать химический, физический и кинетический потенциал отходящих газов.

6. Подключением контрагента к коллективной аспириационной структуре устраняется риск несанкционированных выбросов, который сохраняется в случае отдельной внесистемной деятельности данного субъекта.

7. Уменьшаются риски спонтанного образования новых вредных веществ в атмосфере, снижается вероятность образования кислотных туманов и выпадения кислотных осадков. (Каждое предприятие в соответствии с санитарными нормами и установленной предельно допустимой концентрацией /ПДК/ эмитирует «фирменный» набор элементов. В условиях влажной атмосферы и ультрафиолетовых лучей нормированные по концентрации токсины от разных источников могут взаимодействовать с образованием новых опасных соединений, ПДК которых будет на порядки ниже).

8. Предотвращение возникновения проблем, связанных с эко-агрессией в виде газовых выбросов, перенесенных воздушными потоками на большие расстояния, т. е.

трансграничным переносом между государствами и регионами и нарушением Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния [3].

9. Открывается перспектива снижения платы для объекта за НВОС, уменьшения взносов по углеродному налогу, в том числе трансграничному, и других подобных компенсационных затрат для производителей.

10. Снимаются экологические ограничения по переводу предприятий, в том числе электрических и тепловых станций, с одного вида топлива на другой.

4. Городская Коммунальная Аспирационная Система — Описание

Современные средства удаления и рассеивания отработанных газов в атмосферу, а некоторые железобетонные трубы-дымоходы достигают высоты 400! метров и более, уменьшают концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, но не снижают количество выбросов и в целом проблему не решают, поражая на больших площадях в разной степени все биосистемы, все структурные уровни организации жизни. Кроме того, в соответствии с современными представлениями рассеиваемые дымовые газы (в основном, продукты горения) помимо загрязнения воздуха являются причиной возникновения парникового эффекта (повышение температуры нижних слоев атмосферы). Одним из возможных опасных последствий парникового эффекта, которое постоянно тревожит сообщество, является угроза/процесс изменения климата на планете.

Дымовые трубы резко ограничивают, а иногда исключают возможность разумного и эффективного решения градостроительных социальных, строительных, санитарно-гигиенических и архитектурных задач, т. к. разработка рационального городского проекта обуславливается дополнительными лимитирующими факторами — начиная от направления и силы ветра и заканчивая сложностями оптимизации расположения дорог и коммуникаций (вода, газ, теплоснабжение, канализация, электроэнергия, связь).

Предлагаемая концепция «Городская Коммунальная Аспирационная Система» или «Город без Дымовых Труб» предполагает создание общегородской системы сбора и отвода газовых выбросов (например, по аналогии с канализацией). Подобная система за счет принудительной тяги (разрежения), создаваемой эксгаустерами, обеспечивает транзит пылегазовых отходов по аспирационной сети от источников выбросов до станции утилизации для последующей конверсии.

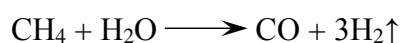
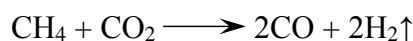
Вариант газопереработки на станции утилизации можно представить в виде следующей структурной последовательности:

1. Контроль параметров в т. ч. состава и количества принимаемых газовых отходов.
2. Газоочистка: очистка от пыли, механических частиц и фильтрация — применяются сепараторы, скрубберы, пылеуловители, электрофильтры, дезинтеграторы, дроссельная группа и т. п. В блоке через теплообменник может осуществляться отвод и утилизация тепла.
3. Эксгаустеры.
4. Утилизация: в данном модуле может производиться газоразделение, фильтрация, нейтрализация, синтез, пиролиз и другие операции с применением как известных, так и будущих технологий (мембраны, катализ, абсорбция и адсорбция, микробиологические методы, обезвреживание токсичных газов с помощью электрического разряда и плазмы, нанотехнологии и др.).

Значительная часть из указанных технических решений и технологий уже локально применяется на объектах выбросов. Данный факт существенно облегчит интеграцию таких освоенных серийных компонентов в предлагаемую систему.

Весомыми аргументами в пользу актуальности выбора концепции ГКАС является, например, текущее осуществление технологий управления принудительно формируемыми массовыми городскими воздушными потоками в формате «зеленого центрального кондиционера воздуха», который в промышленных масштабах обеспечивает централизованное охлаждение общественных помещений площадью в несколько миллионов квадратных метров и охватывает 10 округов мегаполиса Шэньчжэнь [4]. Система централизованного охлаждения (DCS) способна подавать 400 000 RT (1,4 миллиона кВт) холодного воздуха в торговые центры, офисы и транспортные станции на площади 19 миллионов квадратных метров. Система, строящаяся в зоне свободной торговли и экономического развития Цяньхай, может сэкономить 130 миллионов киловатт электроэнергии каждый год, по данным компании, стоящей за системой. Три из 10 запланированных охлаждающих станций были завершены, еще семь должны быть построены в течение следующих нескольких лет [5].

В качестве популярного варианта (элемента технологии) утилизации, можно привести реакцию пароуглекислотной конверсии или реформинга метана (CH_4 ~ природный газ). Метан под воздействием парниковых газов (CO_2 и H_2O) [6] конвертируется с образованием водорода — экологически чистого топлива [7]:



На выходе станции утилизации (рис. 1) может быть организовано, например, три потока:

1. Первый поток (CCS) — Утилизация углекислого газа (CO_2). Это могут быть геологические технологии с подземной закачкой CO_2 в месторождения нефти и газа, горные выработки, пористые породы (например, известняк), подземные резервуары соленой воды и др. Технология «CCS» — Carbon Capture and Storage — коммерчески активно применяется [8; 9]. Надо отметить, что учеными и инженерами ведется поиск и разрабатывается много способов конверсии CO_2 — от переработки с помощью зеленых микроводорослей, до превращения в горючее: метанол, бензин, авиационное топливо и др.

2. Второй поток (R) — Возврат (рециклинг) — поставка в хозяйственный оборот получаемых и/или экстрагированных в процессе переработки отходов «новых» газов.

3. Третий поток (P&D) — Пакетирование товарных газов для поставки и использования.

При этом вентиляционные выбросы с низкой концентрацией вредных веществ, доставленные на станцию утилизации, могут использоваться в технологическом цикле и/или после очистки и дезодорации возвращаться в атмосферу.

Газоотводная сеть предполагает возможность недискриминационного присоединения всех источников газовых выбросов, начиная от промышленных объектов (комбинаты, заводы, тепловые электростанции, котельные, мусороперерабатывающие предприятия и т. п.) и таких распространенных вредных производств с вентиляционными отходами, как типографии, фармацевтические и экструзионные линии, и заканчивая промышленными кухнями и вентиляционными камерами жилых домов (крупные дома-башни часто имеют дымоходные трубы собственного центрального теплового пункта).

Аспирационная сеть (трассы, нитки и резервуары) может, исходя из конкретных территориальных условий, включать каналы как искусственного происхождения (шахтные

выработки, тоннели, коллекторы...), так и канальные образования в виде природных геологических формирований.

Аспирационную сеть можно условно разделить на внутреннюю — для приема отходящих газов от производств, сооружений и зданий и внешнюю (магистральную) — для транзита принятых газов на станцию утилизации. С целью обеспечения технологической устойчивости системы от возможных пороговых изменений количества, состава и свойств отходящих газов в сети могут быть предусмотрены выделенные и резервные газопроводные линии. Также возможны различные варианты порядка приема дымовых газов в сетевой канал, например, для клиентов сети могут устанавливаться ограничения по содержанию водяных паров (воды) и абразивных механических частиц (пыли), если эти компоненты эффективнее утилизировать локально.

ГКАС можно интегрировать с другими структурами, которые обеспечивают транспортировку отходов в виде жидкостей, сточных вод, пульпы, шламов, твердых веществ и т. п. Другими словами, в зависимости от экономических и технологических намерений, условий и обстоятельств, логично двигаться к объединенной комплексной переработке всех отходов производства и потребления, как промышленных, так и коммунально-бытовых.

Уместно также напомнить, что в свое время лауреат Нобелевской премии П.Л. Капица говорил о разработке замкнутых безотходных технологий: «С научной точки зрения замкнутые процессы вполне осуществимы, хотя и значительно сложнее» [10].

Предлагаемая концепция вписывается в идеологию современного экологичного города. «Город без Дымовых Труб» соответствует передовой градостроительной тенденции — формату «город коротких путей», что предполагает строительство (реконструкцию) компактных, экологически чистых и мало затратных по ресурсам городов.

Многие преимущества ГКАС реализуются даже в варианте холостого хода (без полезной нагрузки на блок утилизации), например, в случае прямого отвода газообразных отходов за пределы места поселения с использованием двух (в зависимости от направления ветра) пунктов выбросов.

Выводы

Впервые предлагается создание прогрессивной высокотехнологичной экологической ЖКХ-отрасли — Городской Коммунальной Аспирационной Системы, включающей сеть трубопроводов (каналов) приема и отвода с территорий поселений для дальнейшего использования и/или нейтрализации пылегазовых выбросов от всех городских стационарных источников загрязнения.

Предложением организовать «Город без Дымовых Труб» инициируется качественно новый способ системного решения экологических проблем, позволяющий перейти на более высокий уровень организации объективного экологического планирования и управления, решительно снизить риски разрушения биосферы и кардинально повысить качество жизни.

Современный научно-технический уровень развития и производственно-технологический потенциал общества, необходимый для реализации ГКАС, совершенно достаточен и должен быть подкреплён административно-организационной составляющей.

Эффективность, в том числе экономическую (снижение потребления электроэнергии, выбросов CO₂ и др.), современного целостного практического подхода по работе с принудительно формируемыми массовыми воздушными потоками можно проиллюстрировать на запущенной Китаем в 2021 году крупнейшей централизованной холодильной станции —

«зеленого центрального кондиционера воздуха», который в промышленных масштабах обеспечивает централизованное охлаждение общественных помещений десяти районов крупного, по территории и численности населения сопоставимого с Москвой, города.

В настоящее время пилотный вариант ГКАС более реален в небольших индустриальных агломерациях, при строительстве новых городов и т. п.

Реализация Городской Коммунальной Аспирационной Системы как принципиально нового крупного межотраслевого проекта возможна с привлечением многих участников — министерств, федеральных служб и агентств, институтов, проектных организаций, предприятий и муниципальных служб, с проведением большой инженерно-технической, научной и производственной работы, а также, с обеспечением законодательной, нормативной и регламентной активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization (WHO). (2021) Many countries are prioritizing health and climate change <https://www.who.int/news/item/08-11-2021-many-countries-are-prioritizing-health-and-climate-change-but-lack-funds-to-take-action>.
2. The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2021) Air pollution and health <https://unece.org/air-pollution-and-health>.
3. United Nations. (1979) The 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution <https://unece.org/sites/default/files/2021-05/1979%20CLRTAP.e.pdf>.
4. CSCEC. (2021) CSCEC builds the largest cooling station in Asia! <https://english.cscec.com/CompanyNews/CorporateNews/202108/3387945.html>.
5. South China Morning Post. (2021) China's Shenzhen city builds giant air-conditioning system to cool entire Qianhai economic zone <https://www.scmp.com/video/environment/3147487/chinas-shenzhen-city-builds-giant-air-conditioning-system-cool-entire>.
6. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014) Glossary, Acronyms and Chemical Symbols, 1263. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-i.pdf.
7. Ripke, J. & Kopfle, J. (2017) MIDREX H2: Ultimate Low CO₂ Ironmaking and its place in the new Hydrogen Economy. Figure 2. Midrex Technologies, Inc. <https://www.midrex.com/tech-article/midrex-h2-ultimate-low-co2-ironmaking-and-its-place-in-the-new-hydrogen-economy/>.
8. Equinor. (2021) Northern Lights launches company dedicated to CO₂ transport and storage. <https://northernlightsccs.com/news/northern-lights-launches-company-dedicated-to-co2-transport-and-storage/>.
9. Equinor. (2021) Northern Lights CCS. <https://www.equinor.com/en/what-we-do/northern-lights.html>.
10. Kapitza P.L. (1980) Global Scientific Problems of the Immediate Future. In: Experiment, Theory, Practice. Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. 46, pp. 366–367. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-8977-1_41.

Kozin Yuriy Anatol'evich

All-Russian Research and Design Institute of Metallurgical Engineering
named after Academician A.I. Tselikov, Moscow, Russia

E-mail: tolerant@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7155-1120>

City communal aspiration system — city without chimneys

Abstract. Gas emissions are produced by each economic entity individually — whether they are a large industrial enterprise, a boiler-house or a household (dwelling house). At that, in addition to visible chimneys there are a lot of hidden (unrecorded) sources of emissions in form of ventilation branch pipes.

Communal systems for removal and reprocessing of wastes of two types: liquid (municipal sewage lines) and solid (collection and removal of wastes) are operated in populated localities. For the third type of waste — gaseous — a similarly municipal structure does not exist. For the time being there is no possibility for full system control and neutralization of dust and gas wastes because there is no system in the physical form which would enable comprehensive receipt of exit gases from all the city sources for further processing thereof.

It is for the first time when a principally new holistic approach to cleaning/treatment of all city dust and gas emissions (wastes) is proposed which consists in creation of a City Communal Aspiration System (Municipal Aspiration System) containing a city communal aspiration network (gas outlets) for receipt/transportation of exhaust (flue) gases and a plant for utilization of such wastes connected to such network. In other words, it is proposed to organize a “City without Chimneys”.

The proposed solution permits to remove mass unsystematic and uncontrolled emissions of environmentally harmful gas wastes in cities, reduce climate risks and make the transition to a new level of organization of environmental planning and management and, therefore, eliminates or principally simplifies many ecological difficulties and restrictions in urban planning (inseparably related to ecology) in sanitary rules and standards.

Keywords: City Communal Aspiration System; City Without Chimneys; air pollution; carbon dioxide emissions; urban environment; gaseous emissions; climate change mitigation; greenhouse gas emissions; utilization of gas emissions; stationary pollution sources